

## なんばパークスにおけるチョウの行動特性から捉えた屋上緑化空間のあり方に関する研究

A Study on the Rooftop Greening in Namba Parks Based on an Analysis of the Behavior Characteristics of Butterflies

中林 晴香\* 大平 和弘\* 浦出 俊和\* 上甫木昭春\*

Haruka NAKABAYASHI Kazuhiro OHIRA Toshikazu URADE Akiharu KAMIHOGI

**Abstract:** We investigated the relationship between the behavior characteristics of butterflies and spatial characteristics of Namba Parks which has nine floors and the stepped roof garden. We divided the study area into 16 areas and measured spatial characteristics such as green space condition and the floor level. According to the transect count method, a negative correlation was not observed between the number of butterflies and floor level, so height of buildings was not an obstacle for the appearance of butterflies. And a correlation was observed between the number of butterflies and the green coverage ratio and the number of species of plants. Additionally by the single-individual trailing method, it became clear that the behavior characteristics of butterflies was affected by visibility of planting, the wall greening and the arrangement nectar resource plants. As a result, it became clear that the stepped roof garden influenced on the behavior of butterflies in Namba parks.

**Keywords:** Butterfly, roof garden, behavior characteristics, single-individual trailing method

**キーワード:** チョウ, 屋上緑化空間, 行動特性, 一対体追跡

### 1. はじめに

今日、都市域では市街化の進展に伴い緑地の減少が深刻化してきている。しかし、高密度に市街化された都市域において、新たに緑地空間を創出させることは容易ではない。そのため地上部だけではなく建物の屋上や壁面を活用した緑地の創出が着目されている。また、緑化された屋上は生態系ネットワーク形成の上で重要な役割を果たすことが期待される。生物多様性国家戦略の中でも、市街地において屋上や壁面などに緑の空間を効果的に創出することは、生物の生息空間を保全することにつながると述べられており、さらにその効果についてより実証的なデータ収集に努めることが具体的な施策として挙げられている<sup>1)</sup>。

屋上緑化空間での生物の生息状況に関する研究は、昆虫類を対象とした既往研究が蓄積されつつある<sup>2-3)</sup>。しかし、これらの研究においては、屋上緑化空間での生物の生息状況の把握が主となっており、地上部と屋上部の垂直方向の廊下の整備に関する知見の収集が不足している。このような状況の中で、チョウは視認しやすく、生態的知見が集積されており、身近にいて欲しい生物として人々に親しまれている<sup>4)</sup>といった理由から、屋上への垂直方向の移動とそれに影響する要因に関する研究事例が、いくつかみられている。

アゲハ類を対象とした、ベランダ緑化に着目した屋上へのチョウの誘致効果に関する研究<sup>5)</sup>からは、チョウの屋上植栽の利用を増やすには、屋上だけに単独で緑を配するより、その直下の各階のベランダを連続的に緑化させることが有効であると明らかにされている。さらに、周辺地上部と屋上空間との繋がりに着目した研究<sup>6)</sup>では、屋上に植栽された高木の緑が地上部から視認しやすいた方が、チョウが屋上まで誘引されやすいことが明らかにされている。つまり、これら2つの事例から、屋上空間へチョウを誘引するには連続的に視認性<sup>7)</sup>の高い緑を配置することが効果的であることが示唆されている。しかし、実際に緑が連続的に施工された屋上緑化空間において、チョウの行動への影響について検

討した研究事例はあまり見当たらない。

そこで、本研究では、屋上空間が地上部から9階に至るまでステップ状に植栽が連続した構造をもつ「なんばパークス」において、チョウの行動特性を、チョウの出現状況および飛行、吸蜜、休息、産卵などの行動から把握し、チョウの行動特性と空間特性との関係性を探った。これより、チョウの行動がどのような要因によって影響を受けているのかを明らかにし、チョウの垂直方向の廊下整備に向けた新たな知見を得ることを目的とした。

### 2. 研究方法

#### (1) 対象地の概要

なんばパークスは大阪ミナミのターミナル拠点、南海電鉄難波駅に隣接する位置にあり、かつてのプロ野球南海ホークス球団の本拠地であった大阪球場の跡地を中心とする土地活用事業の一貫として建設され、第1期が2003年に、第2期が2007年に完成した<sup>8)</sup>。対象地は図-1に示すように、1階から9階に至るまでステップ状の形態をした建築と、2つのタワー状の建築で構成されている。ステップ状の建築の屋上空間に植栽や広場が設けられ、屋根の下は商業施設となっている。各階は移動できる園路や階段でつながっている。また、屋上緑化空間は東西で2つのブロックに分かれており、間には谷状の空間(キャニオン)が存在する。また、緑地面積は約5300㎡、その他の道路・広場面積は6200㎡となっている。さらに、民間施設の屋上空間でありながら、誰でも自由に利用できる公共性の高い<sup>9)</sup>空間となっている<sup>8-11)</sup>。

次に周辺の緑地空間についてみると、対象地から約1km圏内に存在する都市公園は、街区公園が5箇所、近隣公園が1箇所であり、北西に約1kmの地点には複合商業施設の屋上庭園(3300㎡)が存在する。東に約1kmの地点には上町台地の社寺林の緑が南北に広がっている。北に約1kmの地点には道頓堀川が東西に流れている。

\*大阪府立大学大学院生命環境科学研究所

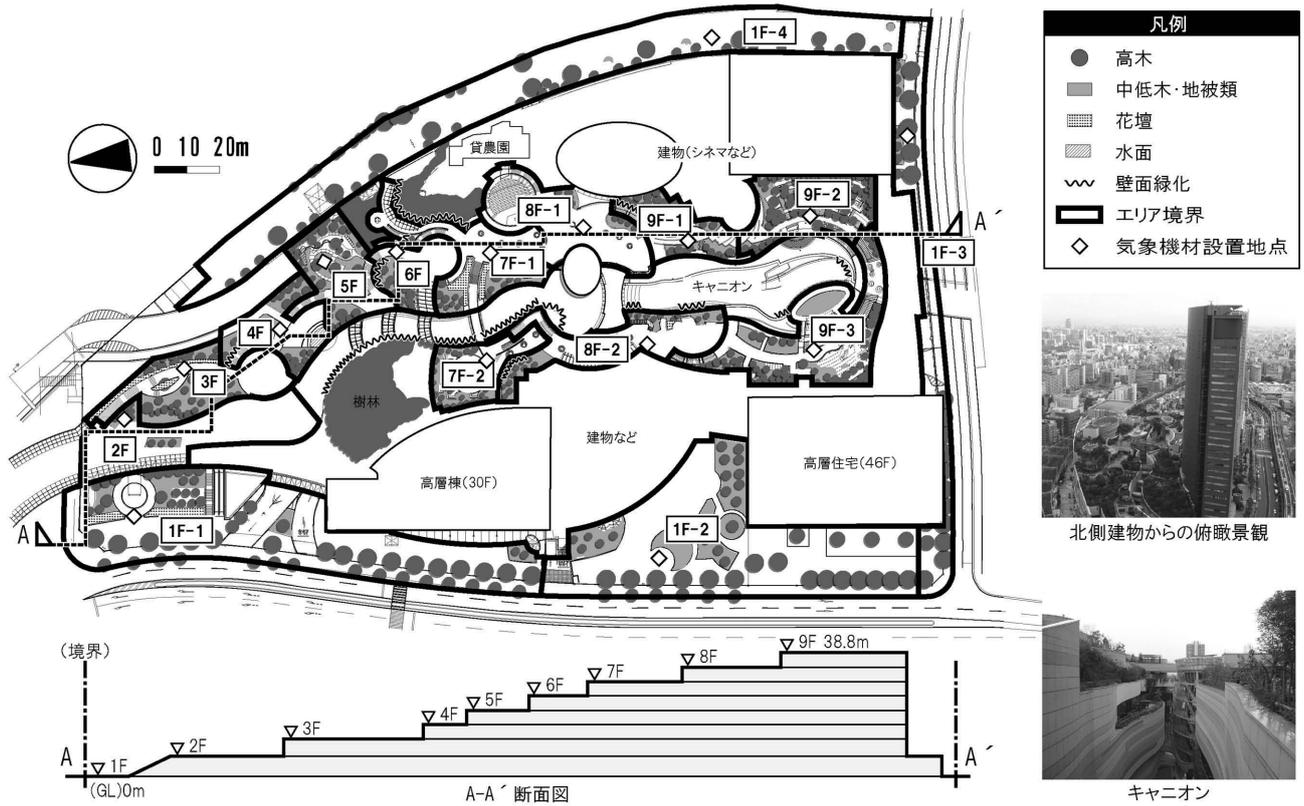


図 - 1 エリア設定および緑地特性

表 - 1 空間特性およびチョウの個体数

エリア	空間特性											チョウの個体数										
	エリア面積 (㎡)	緑地特性					気象特性(エリア平均)					滞在者数 (人/日)	階数	大型		小型			全種 (5種)			
		中低木・地被類面積割合 (%)	花壇面積割合 (%)	総緑地面積割合 (%)	高木本数 (%)	高木種数 (種)	中低木・地被類種数 (種)	開花種数 (種) (6~9月合計)	日射量 (W/㎡)	風速 (m/s)	気温 (°C)			湿度 (%)	ナミアゲハ	アオスジアゲハ	モンシロチョウ	ヤマトシジミ		イチモンジセセリ	大型	小型
1F-1	3137	9.7	2.4	12.0	60	5	9	14	400.9	1.9	29.5	52.3	41.5	1	3	2	1	3	2	5	6	11
1F-2	3194	18.0	0	18.0	44	5	15	2	237.6	1.8	29.3	53.2	29.5	1	0	1	1	3	0	1	4	5
1F-3	1213	7.3	0	7.3	26	3	3	1	295.2	1.3	30.5	49.8	28.5	1	1	2	2	0	0	3	2	5
1F-4	3147	0.8	0	0.8	51	7	3	0	246.3	0.8	30.5	48.8	47.5	1	1	1	0	0	2	2	2	4
2F	1049	7.0	0	7.0	9	6	8	6	413.8	1.6	29.7	52.7	81.5	2	2	0	0	1	4	2	5	7
3F	890	42.5	10.5	53.0	36	4	13	32	227.6	1.8	29.2	55.1	2.1	3	1	3	0	4	6	4	10	14
4F	575	44.5	0	50.1	22	5	44	0	295.9	1.0	29.4	53.8	1.4	4	2	1	0	2	0	3	2	5
5F	688	47.4	0	51.0	48	15	72	9	37.2	0.8	29.1	54.7	2.8	5	6	4	1	3	2	10	6	16
6F	431	35.0	0	35.0	20	10	20	5	163.1	1.1	29.2	54.6	1.2	6	3	1	2	1	2	4	5	9
7F-1	886	19.7	8.4	28.1	23	6	10	20	276.7	2.2	29.1	53.9	1.9	7	6	2	1	2	2	8	5	13
7F-2	495	35.7	0.8	36.5	31	8	21	3	300.2	1.0	29.4	53.9	3.4	7	8	4	1	1	0	12	2	14
8F-1	979	7.5	0.6	8.2	15	7	2	5	321.7	1.7	29.0	54.6	3.4	8	7	1	3	0	1	8	4	12
8F-2	855	24.2	1.1	25.3	34	14	53	17	297.5	1.4	29.4	53.8	5.1	8	6	0	0	0	1	6	1	7
9F-1	524	47.2	0	47.2	29	11	24	7	389.7	1.5	29.2	54.5	2.1	9	3	2	0	0	1	5	1	6
9F-2	768	49.1	0	49.1	86	24	73	16	274.0	1.2	29.1	54.9	3.8	9	5	1	0	3	2	6	5	11
9F-3	1284	34.3	0	34.3	65	22	61	7	320.8	1.0	29.5	53.9	4.9	9	5	0	2	1	5	5	8	13
合計															59	25	14	24	30	84	68	152

(2) 調査エリア設定

本研究では対象地の調査エリアの設定を行った。調査エリアにはなんばパークス周辺の街路なども含む1階部分も含めた。一方で、立ち入りに制限があった8階の貸し農園および西側斜面は調査エリア外とした。基本的に各階に1つのエリアとしたが、面積が広く同じ階でも空間特性に違いあると考えられた1階は4つに、7階および8階は2つに、9階は3つにエリアを分割した。エリアは、なんばパークスの駐車場への入り口があるため車の出入り

が激しくなっている1F-1、高層住宅下の広場となっている1F-2、自転車の駐輪が多い1F-3、南海電車の高架下およびなんばパークスの1階部分に店舗が並んでいる1F-4、駅からなんばパークスの商業施設にアクセスする主要な通路である2F、屋上緑化空間のエントランスにあたる3F、隣接するホテルへの連絡通路が存在し池がある4F、里山を模した植栽が施されている5F、レストランのオープン席が存在する6F、大きな花壇が存在する7F-1、中央にシンボルツリーがある円形の広場がある7F-2、階段状の観覧席が

あるイベント広場が存在する8F-1, 9F-3の真下にあたる8F-2, 高木が密に植えられた植栽帯がある9F-1, 階段状に配置された植栽とベンチがある9F-2, 滑り台などの遊具が存在し, 隣接するマンションと通路で繋がっている9F-3の計16個に分割した。なお, 7F-1と7F-2および8F-1と8F-2はキャニオンを挟んで橋でそれぞれ繋がっている。

### (3) 空間特性の把握

本研究では設定したエリアごとに, 空間特性を緑地特性, 気象特性, 滞在者数および建物高さより把握した。まず, 緑地特性は竣工時の植栽計画図を基に, 現地踏査および管理者へのヒアリングを加えて把握した。緑地部分は中低木・地被類, 水面, 花壇に分類し, これらを合わせて総緑地面積として集計し, エリア面積に対する面積割合を算出した。また, 高木本数, 高木種数, 中低木・地被類種数および開花種数, チョウの産卵植物の存在状況も把握した。なお, 花壇の植え替えや開花の季節変動を考慮し, 開花種数は月ごとに把握した。

次に気象特性は, 気温, 湿度, 風速, 日射量から把握した。なお, 気象特性および滞在者数は後述するチョウの出現状況調査と同時に把握した。気象機材は, 気温および湿度は温湿度ロガー(おんどとり TR72Ui)を, 風速は微風速計(カノマックスクリモマスタープローブ 6542-01), 日射量は日射計(ブリードソーラーミニ PCM01)を用いた。気象機材はすべて三脚に取り付け気象機材としてまとめ持ち運びが容易なようにした。データは各々のロガーに5秒ごとに自動的に記録されるように設定し, 現場では調査の開始および終了時刻のみを記録した。3分間の計測後は気象測定機材を持ち運び, 次の設置場所まで移動させた。

### (4) チョウの行動特性の把握

本研究ではチョウの行動特性を, チョウの出現状況調査および一対追跡調査の2種類の調査より把握した。調査は2011年6月15日から9月28日におおむね隔週1回ずつ, 出現状況調査は計8日間, 一対追跡調査は9日間実施した。調査は来客数が増加する休日を避け, 晴天または曇りの平日にのみ実施した。

#### 1) チョウの出現状況調査および解析方法

チョウの出現状況は各エリアを3分間ずつ, エリア内をくまなく歩き回りながら, 目撃されたチョウの出現位置, 種名, 個体数を記録し把握した。これを午前, 午後16エリアずつ実施した。エリアを回る順番は調査日ごとに変え, 時刻によるデータの偏りが少なくなるように配慮した。なお, 本研究対象地では網によるチョウの捕獲が管理者から許可されなかったため, 出現状況の把握は目視のみで行い, 調査の際には明らかに同一個体と分かるものは除外した。

解析方法は, チョウの個体数と空間特性との関係性をみるために, チョウの個体数と空間特性の変数を用いて, ピアソンの積率相関分析を行った。解析に用いる変数としては, チョウの個体数は全調査回(8日間午前午後)の合計値を用いた。解析には出現状況調査でみられたナミアゲハ, イチモンジセセリ, アオスジアゲハ, ヤマトシジミ, モンシロチョウの5種を用いた。以下の一対追跡調査での解析の対象種も同様とした。さらに, チョウの飛行に影響を与えると考えられる産卵植物の種類<sup>12)</sup>, および体の大きさに着目し, 産卵植物が木本であるナミアゲハ, アオスジアゲハを大型, 産卵植物が草本であるモンシロチョウ, ヤマトシジミ, イチモンジセセリを小型に分けて, これに全種(5種)を加えた3つの変数として整理した。開花種数は4ヶ月間の合計値を用いた。なお, チョウの個体数および高木本数, 高木種数, 中低木・地被類種数, 開花種数はエリア面積100㎡あたりに換算した値を用い, 気温, 湿度, 風速, 日射量は, 各エリアで記録した開始時刻とロガー内の時計の誤差を考慮し, 3分間測定した内の中間の1分間のデータのみを抽出し平均化したものを用いた。

### 2) 一対追跡調査の調査方法

本研究ではチョウの飛行, 吸蜜, 休息, 産卵行動を把握するために, 大谷氏の提案する「一対追跡法」<sup>13)</sup>を用いた。これは「一匹のチョウやトンボの数メートル後を見失うまで追い続け, 生物の全行動を長時間かけて押さえていく」方法である。本研究ではエリア内をくまなく歩き回り, チョウを見つけた地点から見失うまで追跡し, 飛行軌跡および吸蜜, 休息, 産卵行動をとった場所もしくは植物名, および時間を記録した。一対追跡調査の結果は, 平面図上にチョウの飛行軌跡を落とし, それ以外の行動については, 地点ごとに各行動を記号化したものを記入し整理した。調査では, 大型のナミアゲハは21個体, アオスジアゲハは16個体, 小型のモンシロチョウは7個体, ヤマトシジミは14個体, イチモンジセセリは2個体記録された。

## 3. 結果および考察

### (1) 空間特性

#### 1) 緑地特性

図-1および表-1より, エリア全体の緑地特性の傾向をみると, 1階から9階にかけて植栽はまんべんなく存在していたことが分かる。キャニオンを挟んで東側は2階から8階にかけて園路が続き, 園路沿いに植栽が連続していた。また, 植栽以外の場所は基本的には舗装面であった。次に, 各要素のエリアごとの特徴をみると, 高木および中低木・地被類は全エリアに存在しており, 基本的には高木の下には中低木・地被類が植えられていた。花壇は面積の大きい順に, 3F, 7F-1, 1F-1, 8F-2, 7F-2, 8F-1に存在した。また, 水面は4Fおよび5Fに存在した。中低木・地被類, 花壇, 水面を合わせた総緑地面積割合が50%以上と大きかったのは, 3F(53.0%), 4F(50.1%), 5F(51.0%)であった。逆に10%以下と小さかったのは, 1F-3(7.3%), 1F-4(0.8%), 2F(7.0%), 8F-1(8.2%)であった。開花種数が10種以上と多かったのは, 3F(32種), 7F-1(20種), 8F-2(17種), 9F-2(16種), 1F-1(14種)であった。これらはほぼ花壇が存在するエリアに等しかったが, 9F-2には花壇が存在しなかったため, 9F-2での開花種はすべて花壇以外の樹木・多年草であった。さらに, キャニオンの内側には, つる性植物を上階から垂らした形態の壁面緑化が所々に存在していた。チョウの産卵植物<sup>12)</sup>に関しては, ミカン(ナミアゲハの産卵植物)は, 8階と9階に1本ずつ, 貸農園内の果樹園に数本, また植栽計画図のみでの確認ではあるが西側斜面にも数本存在していた。クスノキ(アオスジアゲハ)は1階部分の街路沿いに列植されていた。シバ(イチモンジセセリ)は9F-3の遊具近くの広場で, カタバミ(ヤマトシジミ)は9F-2で確認された。

#### 2) 気象特性

表-1より, まず日射量についてみると, 日射量は5Fで37.2W/sと他のエリアよりもやや小さかった。これは5Fには高木が多く日射計が木の陰で覆われた場合があったためと推測される。風速は1F-4および5Fでは0.8m/sと他のエリアよりもやや小さかった。これは, 1F-4は気象機材設置地点が建物に近く, 5Fは高木密度が高かったために, 風が弱まったためと推測される。気温は全エリアにおいて平均値が概ね29から30°Cで一定でエリア間あまり差がなかった。1F-3および1F-4では30.5°Cと他のエリアよりもやや高く, 湿度も1F-3で49.8%, 1F-4で48.8%と他のエリアよりもやや低かった。これは1F-3および1F-2は総緑地面積割合が小さく, 舗装部分の面積が大きかったためと推測される。

### (2) チョウの出現状況と空間特性との関係性

#### 1) 出現状況

本研究対象地では, 出現状況調査以外の予備調査等で, キチョウ, アカタテハ, ルリタテハ, イシガケチョウ, ウラギンシジミ,

表 - 2 空間特性とチョウの個体数との相関関係

	チョウの個体数	空間特性																
		緑地特性										気象特性						
		全種 (5種)	大型	小型	中低木・ 地被類面積 割合	花壇面積 割合	総緑地 面積割合	高木本数	高木種数	中低木・ 地被類種数	開花種数	日射量	風速	気温	湿度	滞在者数	階数	
個体の数	全種	1.00																
チョウ	大型	0.90	1.00															
	小型	0.66	0.28	1.00														
空間特性	緑地特性	中低木・地被類面積割合	0.62	0.50	0.52	1.00												
		花壇面積割合	0.16	-0.02	0.39	0.06	1.00											
		総緑地面積割合	0.62	0.47	0.57	0.98	0.22	1.00										
		高木本数	0.60	0.54	0.40	0.82	-0.12	0.76	1.00									
		高木種数	0.61	0.55	0.42	0.74	-0.31	0.65	0.89	1.00								
	気象特性	中低木・地被類種数	0.51	0.47	0.33	0.81	-0.29	0.76	0.83	0.83	1.00							
		開花種数	0.41	0.20	0.58	0.47	0.74	0.56	0.41	0.32	0.23	1.00						
		日射量	-0.46	-0.28	-0.54	-0.36	-0.06	-0.38	-0.32	-0.29	-0.44	-0.22	1.00					
		風速	-0.27	-0.30	-0.09	-0.30	0.62	-0.21	-0.42	-0.44	-0.56	0.36	0.41	1.00				
		気温	-0.58	-0.46	-0.50	-0.61	-0.28	-0.63	-0.42	-0.48	-0.44	-0.52	0.20	-0.29	1.00			
		湿度	0.64	0.47	0.60	0.73	0.24	0.74	0.52	0.58	0.52	0.57	-0.18	0.17	-0.96	1.00		
		滞在者数	-0.33	-0.33	-0.17	-0.49	-0.20	-0.51	-0.41	-0.32	-0.35	-0.27	0.42	0.09	0.42	-0.37	1.00	
		階数	0.53	0.55	0.23	0.54	-0.06	0.49	0.62	0.76	0.53	0.37	0.03	-0.11	-0.60	0.66	-0.44	1.00

(注)表中の数字は相関係数を示し、 は有意水準0.05以上  は0.01以上を示す。

チャバナセセリ、キマダラセセリの7種も確認された。なお、このうちインガケチョウは市街地の中でやや珍しい種とされている。このことは、なんばパークスがチョウにとっての生息空間として一定程度機能していることを示唆している。

表 - 1 より、チョウは全エリアで出現したが、個体数にはエリア間でややばらつきがみられた。個体数が最も少なかったのは1F4の4個体、最も多かったのは5Fの16個体であった。

2) チョウの個体数と空間特性との関係性

まず、緑地特性とチョウの個体数との関係を見ると、表 - 2 より全種と中低木・地被類面積割合（相関係数 0.62：以下同様）、総緑地面積割合 (0.62)、高木本数(0.60)、高木種数 (0.61)、中低木・地被類種数 (0.51) は正の相関がみられた。なお、これらの緑地特性は相互に正の相関がみられた。花壇面積割合は個体数と有意な相関はみられなかった。

さらに、個体数を大型と小型に分けてみると、大型は高木本数 (0.54) および高木種数 (0.55) と正の相関がみられたが、小型はこれらの変数と有意な相関はみられなかった。一方で、小型は開花種数 (0.58) と正の相関がみられたが、大型はこれらの変数と有意な相関はみられなかった。なお、開花種数は花壇面積割合 (0.74) と正の相関がみられた。

次に気象特性とチョウの個体数との関係を見ると、日射量は小型のみ負の相関 (-0.54) がみられた。風速は個体数と有意な相関がみられなかった。全種と気温(-0.58)は負の相関、湿度 (0.64) は正の相関がみられた。滞在者数は個体数と有意な相関はみられなかった。階数は全種 (0.53) および大型 (0.55) と正の相関がみられた。

まず、建物の高ささとチョウの個体数との関係性に着目すると、一般的にチョウは高所に向かう飛行に抵抗感をもつと考えられるが、本研究の調査結果からは階数が上がるに伴い個体数が減少するといった傾向は、全種においてみられなかった。よって、本研究対象地では高さそのものは、チョウが高所に向かう飛行の抵抗要素になっていないことが考えられる。

次に、上の階ほどチョウが多かったのは、表 - 2 にみられるように、中低木・地被類面積割合 (0.54)、高木本数 (0.62)、高木

種数 (0.76) と階数の間に正の相関がみられたためと考えられる。つまり、本研究対象地においては、上の階ほど緑の量や種数が多かったことが、チョウが上の階ほど多くみられた原因であったと考えられる。

(3) チョウの一個体追跡調査結果

図 - 2 にチョウが吸蜜、休息、産卵行動をとった場所、および飛行軌跡を整理した。まず、チョウの各行動の特徴について考察する。吸蜜行動は計 16 個体みられたが、その内 12 個体は花壇にてみられた。花壇以外での吸蜜行動はブッドレア、ミソハギ、アベリアでみられた。よって、本研究対象地に飛来するチョウは主に花壇の花を餌資源として利用していることが明らかとなった。また、休息行動は計 14 個体みられたがその内の 6 個体が吸蜜行動の前後で休息行動をとっていた。加えて、夕刻にナミアゲハで睡眠行動と思われる長時間の休息行動<sup>14)</sup>もみられた。産卵行動は 1 階のクスノキにおいてアオスジアゲハで 1 個体みられた。これらの結果は、本研究対象地のように市街化度合いが強い土地に存在する屋上緑化空間でも、チョウの生息空間としての役割を果たせる可能性があるということを示唆している。

続いて、大型と小型の違いに着目すると、まず、大型は 1 階から 9 階まで階数にあまり関係なく広範囲で飛行がみられ、キャニオンを横断する飛行も確認された。一方で、小型は 7 階以下の階にやや偏った傾向がみられた。吸蜜行動をとった最上階を種毎にみると、ナミアゲハ、アオスジアゲハ、イチモンジセセリは 9F まで吸蜜行動がみられたが、ヤマトシジミは 3F、モンシロチョウは種数の多い花壇がある最上階である 7F 以下でしかみられなかった。加えて、チョウの出現状況と空間特性との関係性からも、大型は植栽の量や種数が下の階よりも豊富な上の階ほど個体数が多かったが、小型は個体数が上の階ほど多くはならず、開花種数に影響を受けることが確認された。このような種毎の行動特性の違いは、チョウの習性が種毎に異なるためと考えられる。大型、小型にチョウを分類した理由にもあるように、ナミアゲハ、アオスジアゲハは産卵植物が高木であり、樹林の上空を飛行する習性をもつ。一方で、モンシロチョウ、ヤマトシジミは開けた草地のような空間を好み、飛翔高さも地表近くである<sup>12) 13)</sup>。また、本研

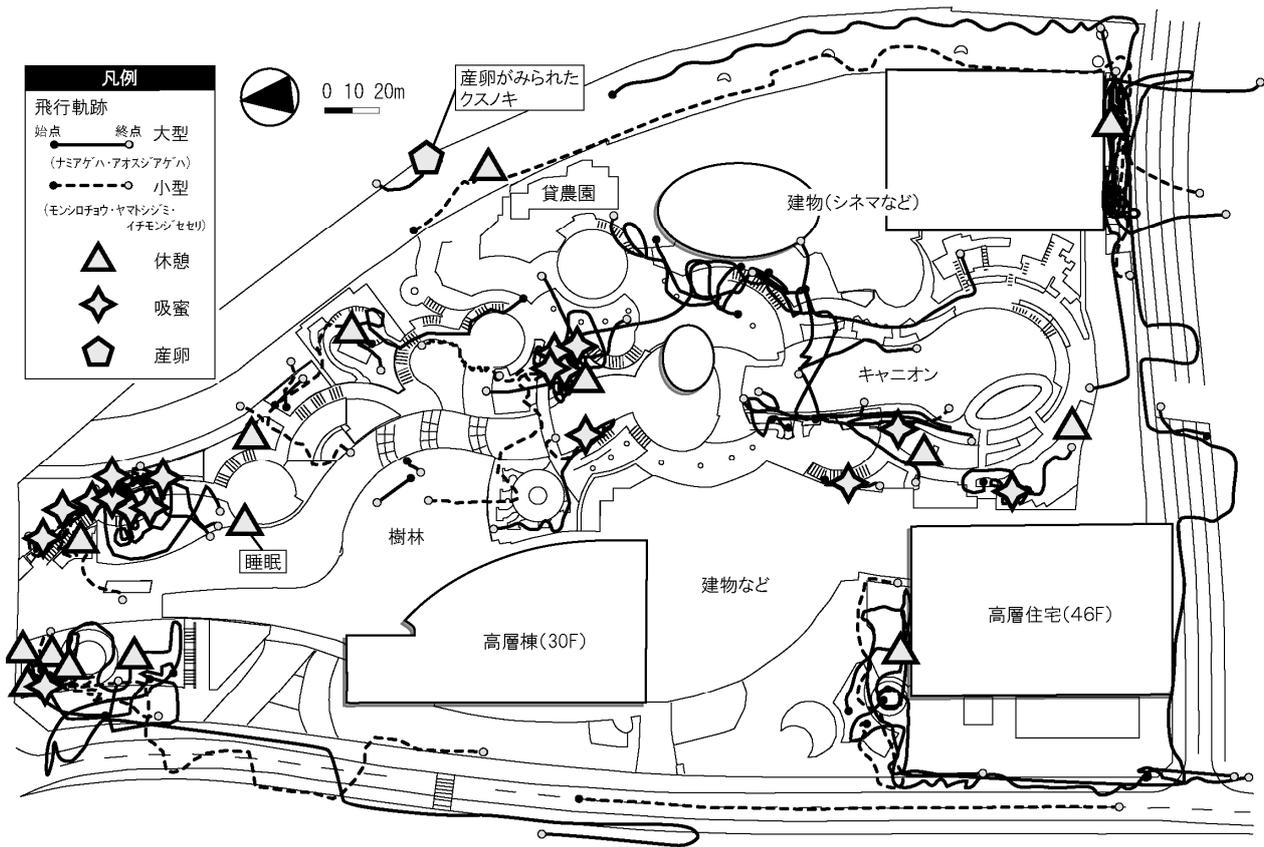


図-2 チョウの一個体追跡調査結果

究では、モンシロチョウ、ヤマトシジミは、アゲハ類に比べると、緑の量や種数よりも、吸蜜植物に影響されやすい傾向があった。つまり、本研究対象地においては、大型が階数に関係なく緑地空間を利用したのは、大型にとって重要である高木の樹冠<sup>1)</sup>による上層部の緑の連続性が確保されていたためと考えられる。一方で、モンシロチョウ、ヤマトシジミに関しては、出現状況調査では8F以上でもみられたにも関わらず、一個体追跡調査では8F以上の飛行軌跡は記録されなかった。これは、モンシロチョウ、ヤマトシジミにとって重要である花壇や地被類などを含む下層部の植栽が、7F-1と9F-1にはある程度存在したが、8F-1にはほぼ存在せず、下層部の植栽の連続性が途切れていたことにより、8F以上の飛行軌跡が記録しづらい状況であったことが影響している可能性がある。なお、小型の中でイチモンジセセリだけが最上階である9階において吸蜜行動がみられたが、これは本種が他の小型の2種よりも高い飛翔力をもつ<sup>2)</sup>ためと推測される。

(4) チョウの移動からみたステップ状の緑化形態の評価

一個体追跡調査より得られた飛行軌跡より、エリア間のチョウの移動状況を行動に影響を及ぼしたと思われる要素と共に模式的に整理した(図-3)。

まず、大型、小型ともに花に影響された移動が多くみられた。開花種数が20個体以上と多かった3Fおよび7F-1からの移動に着目すると、3Fから2Fへは、大型が3個体、小型が1個体、7F-1から6Fへは大型が2個体、小型が2個体みられた。これは、開花種数の多かったこれらのエリアにて、大型、小型ともに多くのチョウが吸蜜行動をとっており、吸蜜中の個体を発見し追跡を始めるケースが多かったためと推測される。よって、本研究対象地において、開花種数がチョウの行動に影響を与えていた可能性が考えられる。

次に、大型の特徴的な移動に着目すると、7F-1から8F-1を経ての9F-1への移動が2個体みられた。移動先である8F-1は見通しの良い広場空間となっており、その先の9F-1には視認性の良い密集した高木および、8階からの階段沿いに壁面緑化が存在した。さらに、キャニオンへの移動が、8F-2から3個体、9F-1から2個体みられた。キャニオンの内側には壁面緑化が存在した。よって、密集した高木や壁面緑化といった視認性の良い緑が大型のチョウを誘引する効果があると既往研究で示唆されていたことを本研究で実証できた。さらに、キャニオンのようなチョウにとって飛行の抵抗要素になると予想される空間であっても、緑の視認性の高い壁面緑化によって抵抗感が緩和される可能性が示唆された。

一方で、小型に関しては7F-1から6Fへの移動が2個体、8F-2から7F-2を経ての西側斜面の樹林への移動が1個体みられた。

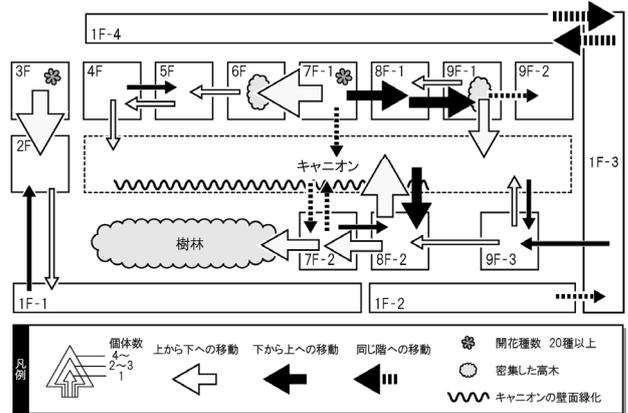


図-3 エリア間のチョウの移動の模式図

これは、移動先である 6F および西側斜面の樹林には視認性の良い密集した植栽があり下層部の緑が連続していたためと推測される。しかし、大型では多くみられたキャニオンへの移動は、7F-1, 7F-2, 9F-3 から 1 個体ずつしかみられなかった。よって、小型に関しては、視認性の良い緑が行動にどれ程の影響を及ぼすのかは判明しなかった。

最後に、ステップ状の緑化の形態に着目すると、本研究対象地はステップ状の緑化形態を持つのは北側斜面のみであり、その他の方角は垂直壁面となっており、地上部からの屋上部の緑の視認性もほとんどみられなかった。1F-3 から 9F-3 へ垂直壁面に沿って移動した個体も大型で 1 個体みられたが、記録された飛行軌跡の大半は北側斜面に沿って移動したものであった。また、1F-3 および 1F-4 に着目すると、ここからの移動は同じ 1 階のエリアへの移動しかみられておらず、垂直壁面の上にある階へは移動がみられなかった。これらの結果より、ステップ状の屋上緑化の形態が、チョウが屋上緑化空間を階数に関係なく広く利用することに有効に機能したと考えられる。

#### 4. おわりに

本研究では屋上空間が地上部から 9 階に至るまでステップ状に緑化されたなんばパークスにおけるチョウの行動特性を、チョウの出現状況調査および個体追跡調査の 2 つの調査から把握し、チョウの行動に影響を及ぼす要因は何であるのかを明らかにすることを目的とした。

まず、チョウの出現状況と空間特性との関係性に着目すると、本研究対象地においては、チョウの出現個体数が上の階ほど減少することはないことが明らかとなった。さらに、チョウの個体数に影響を与えているのは、植栽の量や種数であることが示唆された。

続いて、チョウの移動と緑の連続性との関係性に着目すると、本研究では密集した高木などの視認性の良い緑がチョウの誘引に有効であるという既往の知見を実証するに至った。また、花や壁面緑化がチョウの移動に影響する効果をもつ可能性も示唆された。

また、ステップ状に緑化された北側斜面に沿ったチョウの飛行軌跡が、他の方角よりも多かったことから、ステップ状の屋上緑化の形態がチョウにとっての高さへの抵抗感を緩和させる効果を持つことが示唆された。よって、本研究対象地であるなんばパークスにおいて、チョウがあまり階数に関係なく広い範囲で行動していたのは、ステップ状という緑化形態をもっていたからこそと考えられる。

さらに、ナミアゲハに関してみると、既往研究で明らかにされている、自然地における高木の樹冠の緑に沿って飛ぶなどの、行動<sup>13)</sup>が本研究対象地のような緑化空間でもみられることが明らかとなった。このことは、植栽などの工夫を施すことで、人工的な屋上緑化空間でもチョウの生息地になりうるということを示唆している。加えて、小型のチョウにとっては下層の植栽が重要であると示唆された。

以上より、様々なチョウに対応した垂直方向のコリドー整備の際に配慮すべき点として、ナミアゲハなどの大型のチョウに関しては、壁面緑化などの視認性の高い緑を配置することや、上層部の樹冠の緑の連続性を確保することが考えられる。大型とは行動特性が異なる小型のチョウを上層まで誘引するためには、植栽拵などによって下層の植栽の連続性を確保し、その中でも特に花壇などの吸蜜植物を適切に配置することなどがあげられる。

今後の研究課題としては、チョウの垂直方向のコリドーを整備するための、より具体的なデザイン手法を探るには、階間の緑の繋がり方や、吸蜜植物の配置に着目して、より詳細なチョウの行動を把握することが考えられる。

また、ステップ状の屋上緑化形態の有効性をさらに評価するには、ステップ状ではなく垂直的に地上部と屋上部が緑で連続されている建物、緑化がされていない他の建物との、チョウの個体数や種数の比較をする必要があると考えられる。

さらに、水平方向でのエコロジカルネットワークを考えるためには、対象地までどのようにチョウが飛来してくるのかを明らかにさせることも重要と考えられ、周辺の屋上緑化空間や公園緑地でのチョウの状況を把握することが今後の課題として考えられる。

謝辞：本研究を進めるに当たって、多大なるご協力を頂いた、南海電気鉄道株式会社、並びに株式会社大林組の方々、この場を借りて厚くお礼申し上げます。

#### 補注

- 注 1) チョウは吸蜜行動において種毎に異なる花の色への好みを示し、産卵植物までの接点にも嗅覚より先に視覚が優勢にはたらくていることが知られている。  
注 2) なんばパークスの屋上緑化部分は、開園時間が 3~5F が午前 10 時から午後 10 時、6~9F が午前 10 時から午前 0 時となっており、開園時間内であれば誰でも自由に出入りが可能である。

#### 引用・参考文献

- 1) 環境省：生物多様性国家戦略 2010  
<[http://www.env.go.jp/nature/biodic/nbsap2010/attach/01\\_mainbody.pdf](http://www.env.go.jp/nature/biodic/nbsap2010/attach/01_mainbody.pdf)>  
2012.9.21 更新, 2012.9.23 参照
- 2) 島田正文・中村忠昌・柳井重人・丸田瀬一 (1989)：建築物の緑化と昆虫類の生息に関する基礎的研究：環境情報科学 9, 35-40
- 3) 岩崎哲也・加藤順子・森口俊宏・半田真理子・今井一隆 (2005)：霞ヶ関に創出された高層屋上庭園における昆虫相の変遷について：造園技術報告集 3, 22-25
- 4) 澤木昌典・上木昭春 (1996)：居住者の生物に対する嗜好からみたニュータウンの緑地保全に関する研究：ランドスケープ研究 58(5), 133-136
- 5) 清水建設 (2006)：都市の生態系ネットワークに関する実験的研究：清水建設研究報告書第 83 号, 25-36
- 6) 上木昭春 (2009)：地域生態学からのまちづくり：学芸出版社, 151pp
- 7) 本田計一・村上忠幸 (2005)：ワンダフル・バタフライ：化学同人, 237pp
- 8) 国土交通省：土地の有効活用  
<<http://tochi.mlit.go.jp/chiki/land/ex20/1604.html>>2012.9.21 更新, 2012.9.23 参照
- 9) 林広一 (2006)：なんばパークス パークスガーデン植栽設計：ランドスケープ研究, 70(2), 123-128
- 10) 大井昇二 (2008)：なんばパークス(オフィス(民)建築デザイン)：建築デザイン発表梗概集, 38-39
- 11) 南海電気鉄道株式会社：パークスガーデン  
<[http://www.nambaparks.com/parks\\_garden/index.html](http://www.nambaparks.com/parks_garden/index.html)>  
2012.9.3 更新, 2012.9.16 参照
- 12) 福田晴夫・浜栄一・葛谷健・高橋昭・高橋真弓・田中蕃・田中洋・若林守男・渡辺康之 (1982)：原色日本蝶類生態図鑑 (I) ~ (IV)：保育社
- 13) 大谷剛 (1988)：「一個体追跡法」によるモンシロチョウの行動：日本鱗翅学会特別報告(6), 251-271
- 14) 鈴木芳人・高木正見・山中正博：寝場所を利用したマーキング法によるアゲハの移動の研究：昆蟲 42(1), 79-86
- 15) 日高敏隆 (2007)：日高敏隆選集 I チョウはなぜ飛ぶか：ランダムハウス講談社, 200pp